

Published utility model application Heil-137629

## PULSE AMPLIFIER

Utility Model Application No.63-34147

Application Date: March 14, 1988

Creator of device: Masayuki Kamegawa

Applicant: SHIMADZU CORPORATION

### Claim of the utility model

A pulse amplifier for amplifying pulse-shaped signals, comprising: a first constant current source for constantly providing a bias current; a second constant current source connected in parallel with the first constant current source; and a switching circuit that turns on or off the second constant current source in accordance with the output level of the amplifier, wherein the current from the second constant current source is provided only when the output level of the amplifier exceeds a predetermined level.

### Brief description of the drawings

Fig. 1 is a circuit block diagram according to the exemplary embodiment of the present device; Fig. 2 is a graph showing the relationship between the output voltage ( $V_{out}$ ) and the time; and Fig. 3 is an explanatory diagram showing an amplifier circuit of a conventional semiconductor radiation detecting element.

1...first constant current source, 2...second constant current source,  
3...switch, 4...comparator, A...feedback amplifier circuit

### Fig.2

vertical axis      output voltage ( $V_{out}$ )  
horizontal axis    time

## Specification

### 1. Name of the device

PULSE AMPLIFIER

### 2. Claim of the utility model

A pulse amplifier for amplifying pulse-shaped signals, comprising: a first constant current source for constantly providing a bias current; a second constant current source connected in parallel with the first constant current source; and a switching circuit that turns on or off the second constant current source in accordance with the output level of the amplifier, wherein the current from the second constant current source is provided only when the output level of the amplifier exceeds a predetermined level.

### 3. Detailed description of the device

#### <Industrial application>

The present device relates to an amplifier for amplifying pulse-shaped signals from, for example, a semiconductor radiation detector or the like.

#### <Related art>

In a radiation detecting apparatus that utilizes a semiconductor radiation detecting element as a sensor, pulse-shaped voltage signals with a suitable magnitude are generally obtained by applying a high voltage to the element 10 as shown in Fig.3, and then by amplifying the pulse-shaped current signals produced by the incidence of the radiation with the amplifier 12 via, for example, the capacitor 11 for cutting direct currents.

As the amplifier 12, a pulse amplifier that utilizes a charge-sensitive feedback amplifier circuit having a high input impedance and including a FET or the like in the differential input stage, is conventionally used.

#### <Problem to be resolved by the device>

When an apparatus for capturing radiation images is configured by arranging such semiconductor radiation detecting elements 10 in a one-dimensional array or a two-dimensional array, a plurality of pulse

amplifiers as shown in Fig.3 are required.

In the case, high integration of the elements 10 is required in order to improve the resolution of the apparatus, leading to the problem in that as the integration advances, a larger number of the pulse amplifiers 12 are required, which makes the power consumption increase as a whole.

The bias currents provided to each pulse amplifier 12 may simply be lowered to reduce the power consumption; however, lowering of the bias currents leads to the decrease in the bandwidth of the amplifiers, that is, the decrease of responsiveness, which can not be accepted in view of the performance of the apparatus.

The general purpose of the present device is to provide a pulse amplifier in which the power consumption is reduced without substantially influencing the bandwidth of the amplifier.

<Means for resolving the problem>

The configuration to achieve the above purpose will be explained below with reference to Fig.1 showing the exemplary embodiment of the present device.

The present device is characterized by the configuration in which the second constant current source 2 is connected in parallel with the first constant current source 1 that constantly provides the feedback amplifier circuit A with a bias current; and the switching circuit (for example, the switch 3 and the comparator 4) that turns on and off the second constant current source 2 in accordance with the level of the output  $V_{out}$  of the amplifier, is provided; and the current from the second constant current source 2 is additionally provided to the feedback amplifier circuit A only when  $V_{out}$  exceeds the predetermined level ( $V_{ref}$ ).

<Operation>

The bias current that is constantly provided from the first constant current source 1 is set, for example, to the minimum level required to make the feedback amplifier circuit A operate, whereas the second constant current source 2 is configured to provide a current high enough compared with the above bias current.

Although such highly responsive output as shown by the broken line of Fig.2 is not obtained when there is not provided the current

from the second constant current source 2. In the state where the output voltage  $V_{out}$  reaches the predetermined level ( $V_{ref}$ ), the response speed increases so that a high responsive output as shown by the continuous line of Fig.2 can be obtained as a whole.

Since the high current from the second constant current source 2 is provided only when there are pulse inputs, the power consumption can be reduced as a whole.

The exemplary embodiment of the present device will be explained below with reference to the accompanying drawings.

Fig.1 is a circuit block diagram according to the exemplary embodiment of the present device.

The feedback amplifier circuit A having the feedback resistor  $R_f$  is a conventional charge-sensitive amplifier circuit; however, the first constant current source 1 and the second constant current source 2 are connected in parallel with each other to the bias current input terminal that provides the differential input stage and the buffer and the like with constant currents.

The first constant current source 1 constantly provides the feedback amplifier circuit A with a constant current, and the current value is set to the minimum current value required to make each transistor of the feedback amplifier circuit A enter the operating point.

The second constant current source 2 is a current source that can provide a current high enough compared with the first constant current source 1, and is configured so that it provides the feedback amplifier circuit A with a current only when the switch 3 is closed.

The switch 3 is opened or closed by the output signal of the comparator 4.

The comparator 4 is configured to close the switch 3 when the output voltage  $V_{out}$  of the feedback amplifier circuit A exceeds the predetermined reference voltage  $V_{ref}$  after comparing the two voltages.

In addition, the magnitude of the reference voltage  $V_{ref}$  is set to a voltage well below compared with the average peak value of the output voltage  $V_{out}$ .

According to the above exemplary embodiment of the present device, the feedback amplifier circuit A is driven by a very small bias current from the first constant current source 1 when there is no pulse input

signal, and when pulse input signals come to the state, the high current from the second constant current source 2 is provided immediately after the amplified output voltage  $V_{out}$  has risen, whereas the only current from the first constant current source 1 is provided again at the same time when the output  $V_{out}$  has fallen.

As a result, the output voltage  $V_{out}$  rises rapidly after exceeding  $V_{ref}$  as shown by the continuous line of Fig.2, which makes the responsiveness improve compared with the case of using only the first constant current source 1 (the broken line of Fig.2).

If there is no input pulse, the power consumption in the amplifier is determined only by the magnitude of the current from the first constant current source 1, whereas if there are any input pulses, the power produced by the current from the second constant current source 2 is added to the above power consumption, wherein the power produced by the current from the second constant current source 2 corresponds to the number of the input pulses.

However, especially when the input pulse is discrete, very little power will be added.

Furthermore, although there occur some changes in the circuit characteristics such as the gain when changing the bias current dynamically, it does not matter much to amplifiers of which the purpose is to amplify for counting the input pulses, such as an apparatus for capturing radiation images or the like.

Accordingly, the present device can be applied to the pulse amplifiers designed for such amplification and utilized for another applications such as photon counting of a weak light, or detecting a pulse light or the like.

#### <Effect of the device>

As described above, according to the present device, the bias current from the first constant current source is provided when there is no pulse input, whereas the current from the second constant current source is added to the above bias current at the same time when the amplified output rises after the pulse being input.

Therefore, the power consumption can be reduced without lowering the responsiveness, by setting the currents from the first constant current source and the second constant current source to appropriate

levels.

That is, the power consumption can be reduced as a whole, with the response speed maintained at the desired level as long as the input pulses are not input continuously or at close intervals, by ensuring that the current from the first constant current source is substantially lower and the current from the second constant current source is higher than in a conventional pulse amplifier that constantly provides a commensurately high bias current in order to gain a certain speed of response

In other words, the responsiveness can be improved with the same level of power consumption as conventionally used.

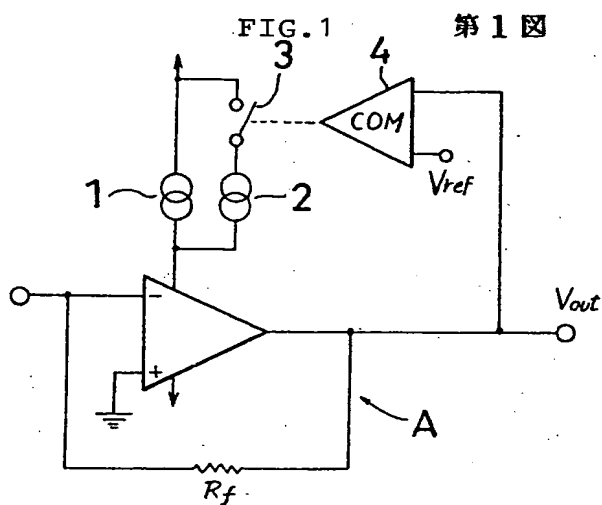


FIG. 2

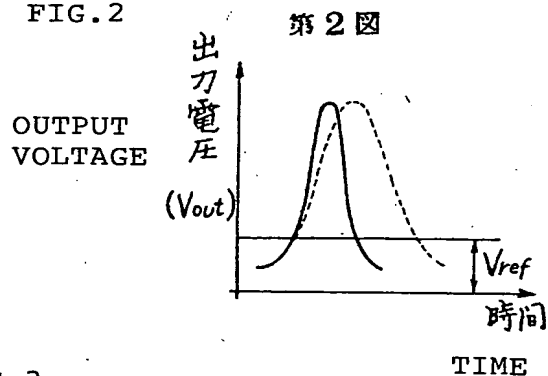
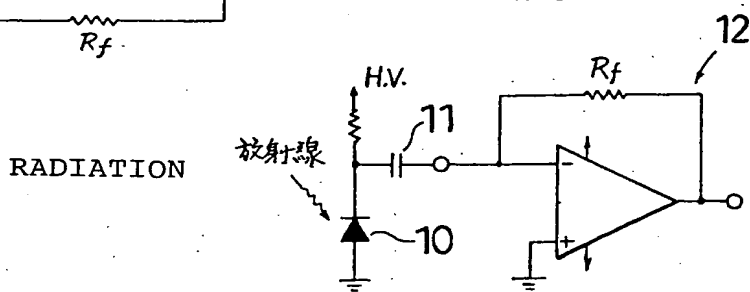


FIG. 3 第3圖



⑫ 公開実用新案公報(U) 平1-137629

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 03 K 5/02  
G 01 T 1/17  
H 03 F 1/02

識別記号

庁内整理番号

A-7631-5 J  
G-8406-2 G  
7827-5 J

⑬ 公開 平成1年(1989)9月20日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全1頁)

⑭ 考案の名称 パルスアンプ

⑯ 実 願 昭63-34147

⑰ 出 願 昭63(1988)3月14日

⑱ 考 案 者 亀 川 正 之 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲ 出 願 人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 西 田 新

㉑ 実用新案登録請求の範囲

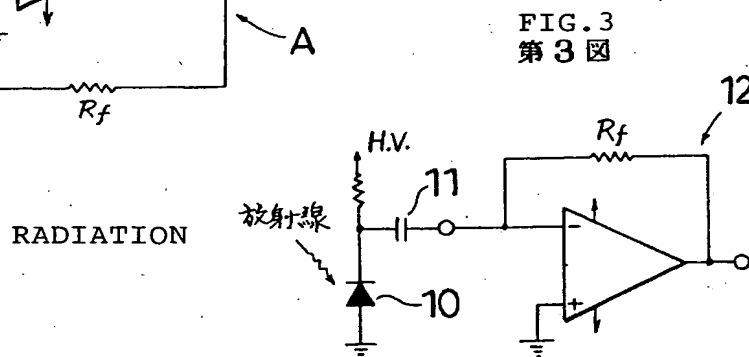
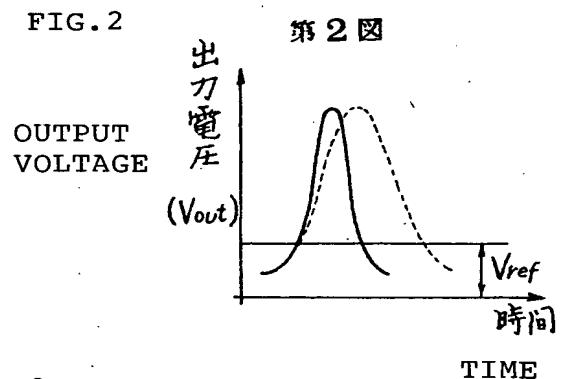
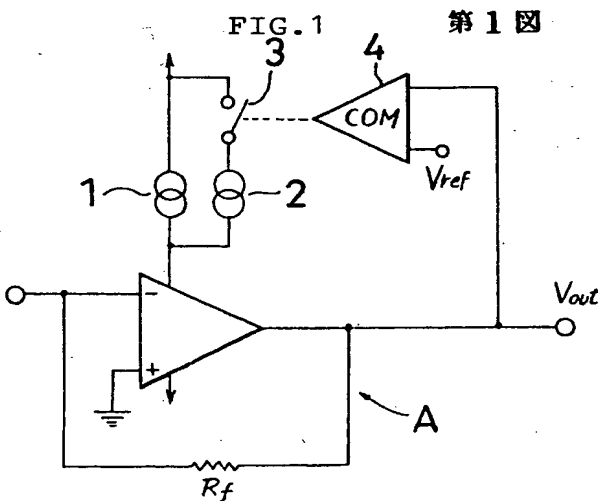
パルス状の信号を増幅するためのアンプにおいて、定常的にバイアス電流を供給する第1の定電流源と、その第1の定電流源と並列に接続された第2の定電流源と、当該アンプの出力レベルに応じて上記第2の定電流源をON/OFFするスイッチング回路を有し、当該アンプの出力が所定レベルを越えているときに限って上記第2の定電流源からの電流が供給されるよう構成したことを特徴

とする、パルスアンプ。

図面の簡単な説明

第1図は本考案実施例の回路構成図、第2図はその作用説明図、第3図は従来の半導体放射線検出素子の増幅回路の説明図である。

1…第1の定電流源、2…第2の定電流源、3…スイッチ、4…コンパレータ、A…帰還増幅回路。



# 公開実用平成 1-137629

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 実用新案出願公開

## ⑫ 公開実用新案公報(U) 平1-137629

⑬ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)9月20日

H 03 K 5/02  
G 01 T 1/17  
H 03 F 1/02

A-7631-5 J  
G-8406-2 G

7827-5 J 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 頁)

⑮ 考案の名称 バルスアンプ

⑯ 実 願 昭63-34147

⑰ 出 願 昭63(1988)3月14日

⑱ 考 案 者 亀 川 正 之 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲ 出 願 人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 西 田 新



## 明 細 書

### 1. 考案の名称

パルスアンプ

### 2. 実用新案登録請求の範囲

パルス状の信号を増幅するためのアンプにおいて、定常的にバイアス電流を供給する第1の定電流源と、その第1の定電流源と並列に接続された第2の定電流源と、当該アンプの出力レベルに応じて上記第2の定電流源をON/OFFするスイッチング回路を有し、当該アンプの出力が所定レベルを越えているときに限って上記第2の定電流源からの電流が供給されるよう構成したことを特徴とする、パルスアンプ。

### 3. 考案の詳細な説明

#### <産業上の利用分野>

本考案は、例えば半導体放射線検出器等からのパルス状の信号を増幅するためのアンプに関する。

#### <従来の技術>

半導体放射線検出素子をセンサとする放射線検出装置においては、一般に、第3図に示すように、

素子 10 に高電圧を印加し、放射線の入射によって生ずるパルス状の電流信号を、例えば直流カット用のコンデンサ 11 を介してアンプ 12 で増幅し、適当な大きさのパルス状の電圧信号を得る。アンプ 12 としては、従来、差動入力段に FET 等を備えた高入力インピーダンスを有する電荷感応型の帰還増幅回路を用いたパルスアンプが使用されている。

< 考案が解決しようとする問題点 >

ところで、このような半導体放射線検出素子 10 を一次元もしくは二次元状に配列して放射線像撮像装置を構成する場合、第 3 図に示すようなパルスアンプ 12 を複数個並べる必要がある。この場合、装置の解像力を向上させるためには、素子 10 の高集積化が必要となるが、この高集積化に伴ってパルスアンプ 12 の数も多くなり、全体の消費電力の増加が問題となってくる。

この消費電力を減少させるためには、単純には各パルスアンプ 12 に供給するバイアス電流を小さくすればよいが、バイアス電流を減らすとアン

プの帯域幅の減少、すなわち応答性の低下をきたす結果となり、装置の性能上容認することはできない。

本考案の目的は、アンプの帯域に殆んど影響を及ぼすことなく、消費電力を減少させることのできるパルスアンプを提供することにある。

#### <課題を解決するための手段>

以上のような目的を達成するための構成を、実施例図面である第1図を参照しつつ説明すると、本考案は、帰還増幅回路Aに定常的にバイアス電流を供給する第1の定電流源1に加えて、これと並列に第2の定電流源2を接続するとともに、アンプ出力 $V_{out}$ のレベルに応じてこの第2の定電流源2をON/OFFするスイッチング回路（例えばスイッチ3、コンパレータ4）を設け、出力 $V_{out}$ が所定のレベル（ $V_{ref}$ ）を越えているときに限って、第2の定電流源2からの電流を帰還増幅回路Aに追加供給するよう構成したことによって、特徴づけられる。

#### <作用>

第 1 の定電流源 1 から定常的に供給するバイアス電流を、例えば帰還増幅回路 A が動作するための必要最低限程度にしておき、第 2 の定電流源 2 はそれに比して充分大きな電流を供給し得るようにしておく。第 2 の定電流源 2 からの電流の供給がなければ、第 2 図の破線で示すように高応答の出力が得られないことになるが、出力電圧  $V_{out}$  が所定のレベル ( $V_{ref}$ ) に達している状態では応答速度が向上し、全体として第 2 図の実線で示すような高応答の出力が得られる。ここで、第 2 の定電流源 2 からの大電流が供給されるのはパルス入力があるときに限られ、全体としての消費電力は低減できる。

#### <実施例>

本考案の実施例を、以下、図面に基づいて説明する。

第 1 図は本考案実施例の回路構成図である。

帰還抵抗  $R_f$  を備えてなる帰還増幅回路 A は、従来と同様の電荷感應型の増幅回路であるが、その差動入力段やバッファ等に定電流を供給するた

めのバイアス電流入力端子には、第 1 および第 2 の定電流源 1 および 2 が並列に接続されている。

第 1 の定電流源 1 は、帰還増幅回路 A に定常的に定電流を供給し、その電流値は帰還増幅回路 A 内の各トランジスタが動作点に入るために必要な最小限の電流に設定されている。

第 2 の定電流源 2 は、第 1 の定電流源 1 に比して十分に大きな電流を供給し得る電流源であって、スイッチ 3 が閉じている状態においてのみ、その電流を帰還増幅回路 A に供給するよう構成されている。

スイッチ 3 は、コンパレータ 4 の出力信号によって開閉される。コンパレータ 4 は、帰還増幅回路 A の出力電圧  $V_{out}$  とあらかじめ設定されている基準電圧  $V_{ref}$  を比較し、 $V_{out}$  が  $V_{ref}$  を越えているときにスイッチ 3 を閉じるよう構成されている。なお、基準電圧  $V_{ref}$  の大きさは、出力電圧  $V_{out}$  の平均ピーク値に比して充分小さい電圧に設定されている。

以上の本考案実施例によると、パルス入力信号

がない状態では第 1 の定電流源 1 からのわずかなバイアス電流によって帰還増幅回路 A が駆動され、その状態でパルス入力信号が到来すればその増幅出力  $V_{out}$  の立ち上がり後ただちに第 2 の定電流源 2 からの大電流が供給され、出力  $V_{out}$  が立ち下がると同時に再び第 1 の定電流源 1 からの電流のみが供給されることになる。その結果、出力電圧  $V_{out}$  は第 2 図に実線で示すように  $V_{ref}$  を越えた後の立ち上がりが急峻となり、第 1 の定電流源 1 のみを使用した場合（第 2 図破線）に比して応答性が向上する。ここで、アンプの消費電力は、入力パルスがなければ第 1 の定電流源 1 からの電流の大きさのみによって決まり、その電力に入力パルス数に応じた分だけ第 2 の定電流源 2 からの電流による電力が加算されることになり、特に入力パルスが離散的であればわずかな電力が加算されるのみにとどまる。

なお、バイアス電流を動的に変更することで増幅率等の回路特性にやや変化が生じるが、放射線像撮像装置等のように入力パルスを計数するため

の増幅を目的とするアンプでは、特に問題はない。

従って、本考案は、このような増幅を目的とする他の用途のパルスアンプ、例えば微弱光のフォトンカウンティングや、パルス光の検出等に用いられるアンプに適用することができる。

#### <考案の効果>

以上説明したように、本考案によれば、パルス入力がない場合は第1の定電流源からのバイアス電流が供給され、パルス入力によって増幅出力が立ち上がると同時に第2の定電流源からの電流がバイアス電流に加えられるから、第1、第2の定電流源からの電流を適宜に設定しておくことにより、応答速度を低下させることなく消費電力を減少させることができる。つまり、ある一定の応答速度を得るべく相応の大きさのバイアス電流を定常的に供給する従来のパルスアンプに比し、第1の定電流源からの電流を十分に小さくし、かつ、第2の定電流源からの電流をより大きくすることで、入力パルスが蜜に連続しない限り、所望の応答速度を保った状態で全体としての消費電力を低

減できる。換言すれば、従来と同等の消費電力であれば応答性は向上する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本考案実施例の回路構成図、

第2図はその作用説明図、

第3図は従来 of 半導体放射線検出素子の増幅回路の説明図である。

1 . . . 第1の定電流源

2 . . . 第2の定電流源

3 . . . スイッチ

4 . . . コンパレータ

A . . . 帰還増幅回路

実用新案登録出願人

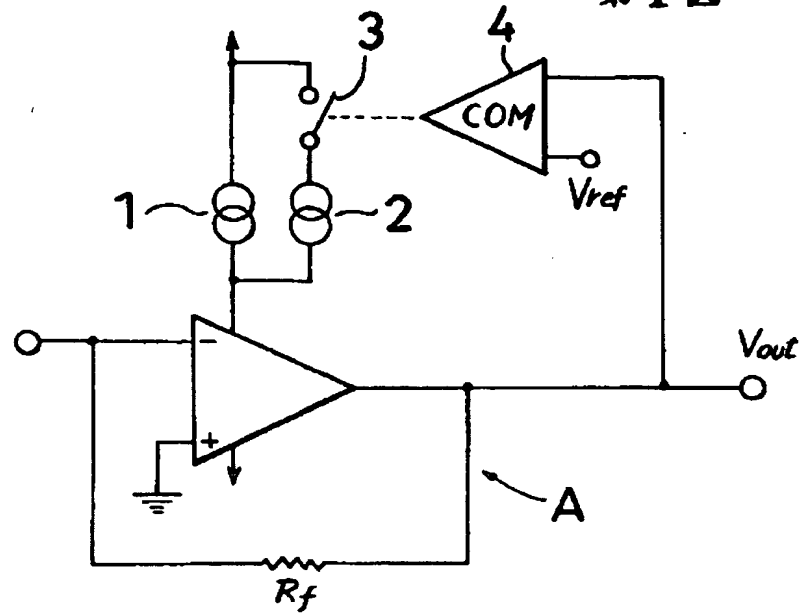
株式会社島津製作所

代理人

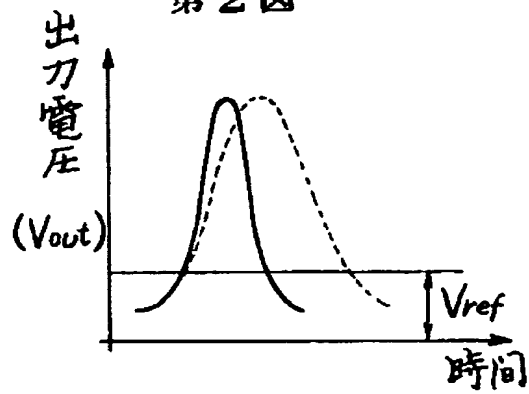
弁理士 西田 新



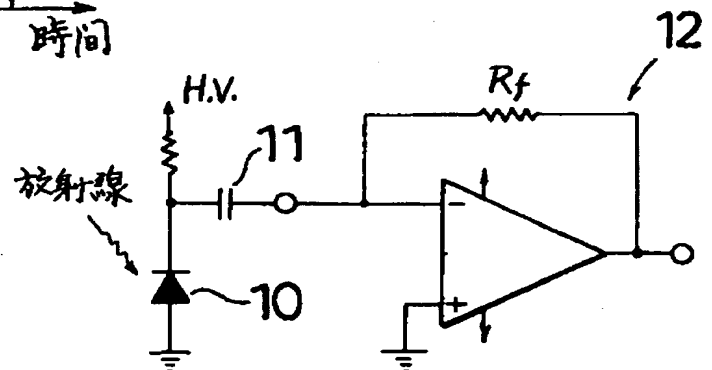
第 1 図



第 2 図



第 3 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**